

Összehasonlító vizsgálatok néhány magyarországi lápterület és ásványi talaj flórájának mikroelemtartalmáról

SZALAY SÁNDOR, SÁMSONI ZOLTÁN és SZILÁGYI MÁRIA

MTA Atommag Kutató Intézet, Debrecen

Ismeretes, hogy a növények vegetatív periódusában a mikroelemek felvételét befolyásoló tényezők (genetikai adottságok, meteorológiai viszonyok, fejlődési állapot, szelektív adszorpció, talajadottságok, gyökérsavhatások, mikroorganizmusok működése, egyes mikroelemek speciális biokémiai szerepe stb.) bármelyike jelentős eltolódást idézhet elő a növények mikroelemtartalmában. Minthogy a súlyegységnyi növényi szárazanyag termelődéséhez kb. 400—500-szoros súlyegységnyi vízforgalom szükséges [4], ezért elméletileg a talajvízben mutakozó mikroelemkoncentrációnak kb. 400—500-szorosára számíthatnánk, ha a fenti tényezők nem befolyásolnák — egyes esetekben igen nagy mértékben — az egyébként is bonyolult mikroelem felvételi mechanizmust.

Számos kutató vizsgálatai (pl. PEJVE[10]) igazolták, hogy a lápi területeken élő növényzet egyes mikroelemekből: Fe, Mn, Cu, Co, Zn sokszor lényegesen kisebb mennyiséget tartalmaz, mint hasonló klimatikus körülmények között ásványi talajon (annak ellenére, hogy a talajban kielégítő mennyiségben jelen vannak ezek a mikroelemek). Azt a látszólagos ellentmondást, hogy kellő mennyiségű mikroelem jelenlétében a lápi növényzet mégis mikroelemhiányos, SZALAY és SZILÁGYI ide vonatkozó vizsgálatai [14, 15, 16] oldották meg. Bebizonyították ugyanis, hogy a láptalajokban levő tőzeg magas humusz-sav tartalma folytán az oldhatatlan huminsavak olyan erős kationcserés megkötésben tartalmazzák az említett fémeket, hogy azok a növények számára szinte hozzáférhetetlenné válnak. Ugyanez a hatás megakadályozza azt, hogy a szokványos mikroelem trágyázással láptalajban a növényzet nyomelem-hiányát megszüntessük. Ezért a mezőgazdasági művelésbe vett tőzeges területeken a mikrotápelemekkel való ellátás új módszereit kell bevezetni.

A korábbi években láptalajokon tenyészedényben termesztett növények mikroelem ellátottságát vizsgáltuk [1, 2] és megállapítottuk, hogy elsősorban Mn, továbbá Cu és néha Zn mikroelemekben, továbbá Fe félmikroelemben is hiányzás tapasztalható a jól termő ásványi talajok flórájában szokásos mikroelem koncentrációkhoz képest [18]. A mikroelem hiányos, csökkent biológiai értékű termés, a vízrendezést követő első időszak nagy terméshozamai ellenére komoly károsodás veszélyét hordozza egyrészt az ilyen takarmányt fogyasztó állatállományra [11], másfelől laza szerkezetűek, könnyen romlanak, nem jól raktározhatók és nem tartósíthatók.

Célkitűzés

E közleményben azon felderítő jellegű analitikai vizsgálatainkról szeretnénk beszámolni, amelyeket összehasonlításképpen *láptalajokról* és *ásványi talajokról* begyűjtött, sok esetben azonos fajú növéymintákon végeztünk. A begyűjtés különböző időpontokban történt, azonban nem lehetett mindig ugyanazon fajta növényeket különböző időpontokban megtalálni. Célunk az volt, hogy, a láptalajokban nagy mennyiségben jelenlevő tőzeg huminsavak ioncserés megkötő hatását a mikrotápelemekre természetes körülmények között különböző növényeken tanulmányozzuk ásványi talajokkal összehasonlítva.

E tanulmányban összesen 147 növéyminta (73 vad és 74 kultúr-növéymintát) vizsgálati eredményeit dolgoztuk fel. A vizsgálatainknak sok növényesaládra való kiterjesztését elsősorban az indokolta, hogy minél szélesebb körű adatgyűjtésre törekedtünk. Lehetőleg átfogó képet akartunk nyerni az egyes területek flórájának mikroelemellátottságára vonatkozólag. Ez azért volt célszerű, mert egyrészt a vadontermő, kozmopolita növények jó alkalmazkodó képességgel rendelkeznek, és szélsőséges talajviszonyok között is képesek megélni és így jól képesek jelezni a talajból felvehető mikroelem szintet, másrészt vadnövényeknél nem kell számolni egyes kultúrnövények hibridizálás útján kifejlődött különleges, esetleges szélsőséges mikroelem felvételi sajátágaival.

A növéyminta begyűjtést három különböző időpontban végeztük június—július, augusztus, végül október folyamán. Ezt azért láttuk célszerűnek, mert így egyidejűleg bizonyos tájékozódás is nyerhető volt a párhuzamosan, több időpontban vett azonos minták terület és időpont szerinti mikroelem tartalmának változásaira is. A mintákat zöld vegetatív állapotban gyűjtöttük be. Valamennyi mintát a gyökérzet nélkül gyűjtöttük be, természetesen egyes gazdaságilag hasznosított esetek kivételével (pl. répa, burgonya stb.).

A növéyminták feldolgozása és analízisének módszere

A begyűjtött növéymintákat Mn, Cu, Zn, Co és Mo mikroelemekre és a makroelemek közül a Mg-ra, valamint a Fe félmikroelemre, továbbá a biológiai életműködés szempontjából egyelőre indifferensnek minősített Cr-ra és V-ra is meganalizáltuk.

A Cr és V azért érdekelt bennünket, mert összehasonlító tájékoztatást kaphattunk arra vonatkozólag, hogy a „nem bio” mikroelemek viselkedése miként követi a láptalajokon a bio-mikroelemek szintjének változásait.

Analitikai eljárás. A helyszíni mintavételek során begyűjtött növéymintákat feldarabolás után szárítószekrényben légszáraz állapotig szárítottuk, majd őrölgépen dara finomságúra megőröltük. Ebből a mintából 25—50 g-ot elektromos izzítókemencében 550—570 C° [13] hőmérsékleten 8 óra hosszat hevítettünk. Az elhamvasztott mintákat kb. 20 ml 1 : 1 hígítású sósavval vízfürdő hőmérsékletén vittük oldatba. Az esetenkénti kevés, nem oldódó maradéktól centrifugálással egybekötött sósavas dekantálással szabadítottuk meg az oldatot. Végül a mintákat standard térfogatra hígítva, a HCl koncentrációját kb. 1,5 n-ra állítottuk be. (Szükség esetén, kevés el nem bomlott szervesanyag tartalom visszamaradásakor a mintát kevés HClO₄—HNO₃

keverékével, infralámpa felett melegítve kezeltük a teljes oldódásig.) Az egyes fémeket a következő módon határoztuk meg:

- Fe: Szulfoszalicilátos komplex alakjába 470 nm-nél fotometrálni
- Mn: perjodátos oxidációval, permanganát alakjában 530 nm-nél fotometrálni
- Cu: Na-dietilditiokarbamát/ CHCl_3 extrakcióval, 450 nm-nél fotometrálni
- Zn: dithizon/ CCl_4 extrakcióval, 530 nm-nél fotometrálni
- Co: 1-nitrozo-2-naftol/toluol extrakcióval, 530 nm-nél fotometrálni
- Mo: ónkloridos redukcióval és rodanid/etiléteres extrakcióval, 465 nm-nél fotometrálni
- V: 8-oxikinolin/ CHCl_3 extrakcióval, 550 nm-nél fotometrálni
- Cr: Difenilkarbazidos komplex alakjában, kénsavas közegben 540 nm-nél fotometrálni
- Mg: 8 hidroxikinolinos lecsapással, CCl_4 -os extrakcióval, 420 nm-nél fotometrálni

Hasonló módon jártunk el a talajminták mikroelemtartalmának meghatározásánál, azzal az eltéréssel, hogy a légszáraz minta 550 C°-on történt hevítése után a szilikátok megbontása és a kóvasav eltávolítása érdekében platina csészében $\text{HF}-\text{HNO}_3$ keverékével ismételtén szárazra pároltuk. A maradékot végül 1 : 1 hígítású sósavval vettük fel és standard térfogatra hígítva, 1,5 n HCl koncentrációt állítottunk be. Az analízisek a fent ismertetett módszerekkel történtek. A vízminták analízisét is ugyanígy végeztük, a bepárolt vízminták száraz maradékából, miután előzetesen $\text{HClO}_4-\text{HNO}_3$ -mal infralámpa feletti ismételt bepárlással a szervesanyagot eltávolítottuk.

A talajminták ún. „mozgékony” mikroelem tartalmának meghatározását Pejve előírása szerint végeztük:

- Mn kioldásához: 0,1 n H_2SO_4
- Cu kioldásához: 1,0 n HCl
- Zn kioldásához: 1,0 n KCl
- Co kioldásához: 1,0 n HNO_3

A talajok „mozgékony” vagy „mobil” mikroelem tartalmának meghatározására többféle eljárás ismeretes [3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13] különböző kioldó szerekkel. Bár egyes szerzők [6, 8] összefüggéseket mutatnak ki a talajok ún. „mozgékony” mikroelem tartalma és a növények által felvett mikroelem mennyisége között, mégis azt kell mondanunk, hogy ennek értelmezése meglehetősen önkényes. Semmi biztosíték nincs ugyanis arra, hogy különböző talajokon különféle növények esetében egy adott oldószer és kioldási módszer alkalmazása esetén hű képet nyerhetünk a különféle növények által ténylegesen felvehető mikroelem mennyiségét illetően.

Meghatároztuk végül a talajminták mikroelem visszatartási tényezőit is, Fe, Mn, Cu, Zn, Co és Mo-re. Visszatartási tényezőnek („retention factor” = R. F.) nevezik SZALAY és SZILÁGYI [15] az ionos állapotban levő mikroelem koncentrációjának megoszlási hányadosát szorpciós egyensúly esetén a tőzeg-talaj és a víz fázisok között. Ezek értékeit radioaktív nyomjelzéses technikával határoztuk meg a megfelelő radioizotópokkal.

Talaj és talajvíz analízisek eredményei

Az 1. táblázaton feltüntettük a vizsgált különféle talajok és talajvizek összes mikroelem tartalmát. A megvizsgált láptalajok Ca-I telítettek és közel neutrális kémhatásúak (pH = 4,7–7,9 között) voltak. A láptalajvizek pH értékei pedig pH = 8,3–8,7 között voltak.

1. táblázat

Talaj és talajvízminták analíziseinek összefoglalása
(Teljes mikroelem tartalom ppm-ben)

(1) Talaj- és vízmintavételi helyek	Fe	Mn	Cu	Zn	Co	Mo	Cr	V	Mg
A) Láptalajok									
Nagyecsed–Sárvár I.	9280	709	55,0	51,7	4,50	4,40	23,1	80,0	21200
Nagyecsed–Sárvár II.	18500	400	111,0	118,2	5,90	5,06	53,9	197,2	24600
Nagyecsed–Sárvár III. ...	22600	381	87,5	94,8	2,50	4,87	43,3	128,2	29100
Nagyecsed–Kúti dűlő	16800	559	94,6	43,5	4,92	6,15	48,1	441,0	30000
Nagyecsed–Csicsós	11500	408	125,0	86,8	3,15	4,94	29,6	186,4	34900
Kecel–Zsámboki út mellől	4330	594	30,5	50,8	4,25	2,59	8,67	110,5	6500
Kecel–Közp. iroda közeléből	7620	490	14,9	58,5	2,19	1,15	20,2	154,0	14500
Keszthely–Újmajor	2030	340	10,9	78,4	3,14	6,63	7,32	81,3	25200
B) Ásványi talaj									
Debreceni csernozjom	12500	636	15,5	81,5	3,85	2,00	39,7	271,0	19800
C) Talajvizek									
Nagyecsed–Sárvár I.	2,31	2,80	0,015	0,22	0,004	—	0,001	—	87
Nagyecsed–Sárvár II.	1,25	4,30	0,018	0,25	0,003	—	0,004	—	43
Kecel–Zsámboki út	0,14	0,76	0,008	0,07	0,001	0,015	0,004	—	43
Keszthely–Újmajor	0,18	2,90	0,009	0,27	0,001	0,047	0,002	—	133

A 2. táblázaton foglaltuk össze az egyes talajok „mozgékony” mikroelem tartalmát.

2. táblázat

Talajok „mobil” mikroelem tartalma ppm-ben és a teljes mikroelem tartalom %-ában

(1) Vizsgált talaj	Mn		Cu		Zn		Co	
	ppm	%	ppm	%	ppm	%	ppm	%
A) Láptalajok								
Nagyecsed–Sárvár I.	40,0	5,7	6,4	11,6	1,50	2,90	0,36	8,0
Nagyecsed–Sárvár II.	23,6	5,9	10,8	9,8	0,54	0,46	0,26	4,4
Nagyecsed–Sárvár III.	29,0	7,6	4,6	5,3	1,00	1,05	0,28	11,2
Nagyecsed–Kúti dűlő	14,4	2,6	5,0	5,2	0,70	1,61	0,32	6,5
Nagyecsed–Csicsós dűlő	8,6	2,1	4,2	3,4	0,64	0,74	0,28	8,9
Keceli I. Zsámboki út	2,4	0,4	3,2	10,5	0,10	0,20	0,29	6,9
Keceli II. Közp. iroda	2,4	0,5	3,0	20,1	0,18	0,31	0,18	8,2
Keszthelyi Újmajor	3,4	1,0	2,2	20,2	0,18	0,23	0,26	8,3
B) Ásványi talaj								
Debreceni csernozjom	15,4	2,4	5,2	33,5	0,18	0,23	0,26	6,8

A 3. táblázat tünteti fel az egyes talajok R. F. értékeit a különböző mikroelemekre.

Az 1—3. táblázatok adataiból a következőket állapíthatjuk meg:

1. Valamennyi talaj minden vizsgált mikroelemben jól — egyes esetekben (főleg a nagyecsed mintáknál) bőségesen ellátottnak minősíthető [20].

2. A láptalajok Mo tartalma — kivéve az egyik keceli mintát — mindig jóval nagyobb a debreceni ásványi talajénál.

3. Az egyes mikroelemek természetes megoszlási értékei a talaj és a talajvíz között és ugyanazon mikroelemek visszatartási tényezői, R. F. értékei, nagyságrenden belül általában jól egyeznek egymással és Szalay—Szilágyi eddigi laboratóriumi radioizotópos méréseivel.

Az esetenként észlelt eltérés azzal magyarázható, hogy mind a talajban, mind a talajvizben levő mikroelemtartalom egy része nem kationos, tehát nem cserélhető formában van jelen. A teljes mikroelem tartalomnak ez a hányada a radioizotópos ioncserés méréseknél nem jelentkezik.

A növényanalízisek eredményei

Az igen nagyszámú és terjedelmes analitikai adatok tételenkénti részletezéséről e helyen kénytelenek vagyunk eltekinteni.

Az analitikai adatok a bevezetőben indokolt szempontok miatt egy nagyon heterogén felvételi anyagot tartalmaznak, különös óvatossággal kell eljárunk a levonható következtetések tekintetében. Elsősorban a begyűjtött összes növényminták analitikai eredményeinek *átlagértékeiből*, azok szórásainak figyelembevételével vonunk le következtetéseket, mert így minden egyes számadat nagyobb számú kultúr- és vadnövény középértékét adja és szignifikáns eltérésekről csak akkor beszélhetünk, ha a differencia nagyobb a szórási határoknál. A 4. táblázat tartalmazza az összes kultúr- és vadnövény *átlagértékeit*, de *talaj* és *időpont* szerint felbontva.

A viszonylag terjedelmes vizsgálati anyagot a gyakorlati célok érdekében felbontottuk vadontermő és kultúrnövények csoportjára.

Az 5. táblázaton szemléltetjük a vadontermő, ill. kultúr növénymintáink Mn, Cu, Zn, Co és Mo tartalmának *átlagértékeit* a Standard deviációk (szórások) feltüntetésével.

Az 5. táblázat legalsó adatai támpontot adnak a normális mikroelem ellátottsági szintre az irodalmi adatok alapján [19].

Az analitikai eredmények értékelése, következtetések

A táblázatok anyagának kritikus kiértékelése után a következő megállapításokat mindenképpen beigazolttnak látjuk:

1. *Mikroelem tartalom időbeli „regressziója” a növény egyedi fejlődése folyamán láptalajokon.* A 4. táblázat adataiból megállapítható, hogy ugyanazon a területen különböző időpontban begyűjtött csaknem mindegyik növényfajta mikroelem tartalma tavasztól a fejlődési szezon végéig, őszig igen erős regressziót, csökkenést mutat. Ez a csökkenés megállapítható a kultúrnövényeknél és a vadnövényeknél egyaránt és megállapítható a begyűjtött összes minták átlagában is. Sajnos az ásványi talajon csak egy ízben, októberben gyűjtöttünk be mintákat és így nem tudjuk, hogy a regresszió ásványi talajon is észlelhető-e. Mindenesetre a Debrecen környéki csernozjom talajról októberben begyűjtött minták nem mutattak nagy mikroelem tartalmat. Úgy látszik, hogy a növények a tavaszi vagy a nyár eleji erősebben csapadé-

3. táblázat
Mikroelemek megoszlási viszonyai láptalajok és láptalajvizeik között

(1) Terület	(2) Szerves- anyag %	Fe		Mn		Cu		Zn		Co	
		T. M.	R. F.	T. M.	R. F.	T. M.	R. F.	T. M.	R. F.	T. M.	R. F.
Nagyecséd—Sárvár I.	62,2	$4,0 \cdot 10^3$	$2,3 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^2$	$1,6 \cdot 10^2$	$3,6 \cdot 10^3$	$7,2 \cdot 10^2$	$2,4 \cdot 10^2$	$2,4 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^3$	$0,65 \cdot 10^3$
Nagyecséd—Sárvár II.	32,4	$8,0 \cdot 10^3$	$6,2 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^2$	$7,25 \cdot 10^2$	$7,4 \cdot 10^3$	$1,35 \cdot 10^3$	$5,4 \cdot 10^2$	$1,0 \cdot 10^3$	$1,5 \cdot 10^3$	$1,5 \cdot 10^3$
Nagyecséd—Sárvár III.	32,5	$1,8 \cdot 10^4$	$5,45 \cdot 10^3$	$0,88 \cdot 10^2$	$0,70 \cdot 10^2$	$4,9 \cdot 10^3$	$1,9 \cdot 10^3$	$3,8 \cdot 10^2$	$1,6 \cdot 10^2$	$0,8 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^3$
Nagyecséd—Kúti dűlő	21,0	$1,3 \cdot 10^4$	$5,7 \cdot 10^3$	$1,3 \cdot 10^2$	$1,6 \cdot 10^2$	$5,3 \cdot 10^3$	$5,5 \cdot 10^2$	$1,7 \cdot 10^2$	$2,9 \cdot 10^2$	$1,6 \cdot 10^3$	$4,9 \cdot 10^2$
Kecel—Zsámboki út	74,6	$3,2 \cdot 10^4$	$5,4 \cdot 10^3$	$7,8 \cdot 10^2$	$2,4 \cdot 10^4$	$3,8 \cdot 10^3$	$1,9 \cdot 10^3$	$7,3 \cdot 10^2$	$5,7 \cdot 10^3$	$5,4 \cdot 10^3$	$4,1 \cdot 10^3$
Keszthely—Újmajor	61,7	$1,1 \cdot 10^4$	$3,0 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^2$	$1,4 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^3$	$0,92 \cdot 10^3$	$2,9 \cdot 10^2$	$8,5 \cdot 10^3$	$2,6 \cdot 10^3$	$2,3 \cdot 10^3$

T. M. = természetes megoszlás = a súlyegységnyi talaj teljes mikroelem tartalma osztva a súlyegységnyi talaj víz teljes mikroelem tartalmával.
R. F. = retention factor = SZALAY—SZILÁGYI szerint az ionos állapotban lévő mikroelem koncentrációjának a felszárított talajééhoz viszonyított aránya (talaj és a talajvíz között).

4. táblázat
1968-ban begyűjtött összes növényminta mikroelemtartalmának átlagértékei és szórásai (ppm-ben)

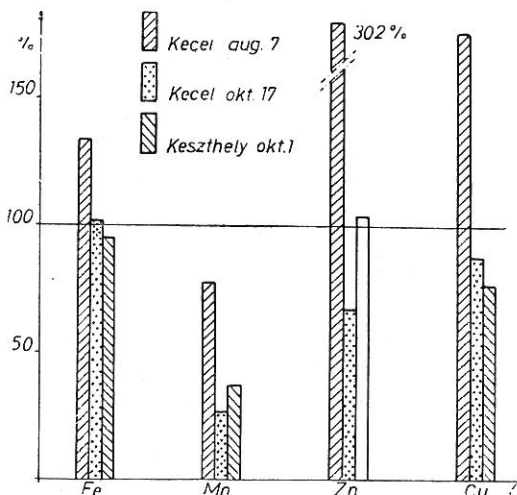
(1) Talajfajta és terület	(2) Mintavételi időpont	Fe	Mn	Cu	Zn	Co	Mo	Cr	V	Mg %
A) Kotus láptalaj										
Nagyecséd	jún. 18.	$550,4 \pm 115,9$	$446,2 \pm 95,4$	$12,7 \pm 2,0$	$65,0 \pm 12,6$	$0,42 \pm 0,05$	$1,15 \pm 0,26$	$0,98 \pm 0,32$	$1,27 \pm 0,19$	$4,30 \pm 0,62$
Nagyecséd	júl. 26.	$383,7 \pm 85,6$	$331,0 \pm 45,8$	$12,1 \pm 1,4$	$79,2 \pm 16,7$	$0,34 \pm 0,05$	$1,17 \pm 0,15$	$0,11 \pm 0,03$	$0,90 \pm 0,11$	$5,59 \pm 0,79$
Nagyecséd	okt. 25.	$161,9 \pm 41,2$	$144,9 \pm 20,6$	$10,9 \pm 1,5$	$42,5 \pm 3,9$	$0,18 \pm 0,02$	$1,27 \pm 0,24$	$0,27 \pm 0,09$	$0,85 \pm 0,08$	$3,22 \pm 0,47$
B) Láptalaj										
Kecel	aug. 7.	$240,0 \pm 26,4$	$59,8 \pm 6,7$	$14,1 \pm 3,5$	$75,4 \pm 11,7$	$0,35 \pm 0,03$	$2,17 \pm 0,64$	$0,47 \pm 0,09$	$3,41 \pm 0,80$	$6,80 \pm 1,09$
Kecel	okt. 17.	$179,6 \pm 27,4$	$30,8 \pm 6,2$	$8,6 \pm 0,7$	$27,9 \pm 2,8$	$0,22 \pm 0,01$	$1,46 \pm 0,26$	$0,23 \pm 0,04$	$0,68 \pm 0,06$	$6,53 \pm 0,87$
Keszthely	okt. 1.	$188,8 \pm 23,2$	$42,7 \pm 7,1$	$8,9 \pm 1,3$	$46,5 \pm 4,7$	$0,15 \pm 0,02$	$4,72 \pm 0,85$	$0,18 \pm 0,02$	$0,87 \pm 0,06$	$3,14 \pm 0,31$
C) Ásványi talaj										
Debreceni csornóz- jon	okt. 21.	$273,2 \pm 30,7$	$54,6 \pm 11,6$	$10,4 \pm 2,7$	$33,0 \pm 3,7$	$0,29 \pm 0,03$	$0,58 \pm 0,12$	$0,37 \pm 0,05$	$0,93 \pm 0,11$	$5,16 \pm 0,60$

5. táblázat
 Különböző területekről begyűjtött növények Mn, Zn, Cu, Co és Mo tartalmának átlagértékei és szórásai (ppm-ben)

(1) Vizsgált növények, talajfajta és terület	(2) Mintavételi időpont	Mn	Zn	Cu	Co	Mo
I. Vadontermő növények						
A) Kötés láptalajok:						
Nagyecsed	jún. – júl.	430,79 ± 88,47	61,93 ± 10,25	11,57 ± 1,99	0,37 ± 0,04	1,03 ± 0,18
Nagyecsed	október	141,74 ± 20,50	37,93 ± 3,49	11,10 ± 1,71	0,18 ± 0,02	1,40 ± 0,30
B) Láptalajok:						
Kecel	aug.	58,20 ± 6,91	47,69 ± 5,16	12,57 ± 2,44	0,30 ± 0,04	2,05 ± 0,72
Kecel	okt.	45,83 ± 14,35	29,60 ± 6,34	8,04 ± 1,26	0,20 ± 0,02	1,10 ± 0,24
Keszthely	okt.	75,50 ± 20,71	58,84 ± 13,16	12,03 ± 3,25	0,18 ± 0,04	3,51 ± 1,04
C) Ásványi talaj:						
Debrecen	okt.	53,24 ± 8,90	40,96 ± 10,99	23,44 ± 9,74	0,28 ± 0,03	1,12 ± 0,31
Kecel (okt.) + Keszthely (okt.)						
		59,18 ± 12,34	42,76 ± 7,46	9,84 ± 1,63	0,19 ± 0,02	1,85 ± 0,45
a) 20 növénycsalád mikroelementtartalma Tölgyesi [4] szerint						
		110	32	8	0,1	1,5
II. Kultúrnövények						
A) Kötés láptalajok:						
Nagyecsed	jún. – júl.	335,50 ± 55,99	84,78 ± 18,52	13,97 ± 1,52	0,40 ± 0,05	1,39 ± 0,21
Nagyecsed	október	138,24 ± 56,28	53,90 ± 9,40	9,96 ± 2,43	0,17 ± 0,06	1,02 ± 0,45
B) Láptalajok:						
Kecel	augusztus	62,60 ± 14,00	120,80 ± 23,46	17,65 ± 8,48	0,44 ± 0,06	2,39 ± 1,26
Kecel	október	21,60 ± 3,63	26,98 ± 2,48	8,91 ± 0,79	0,23 ± 0,02	1,69 ± 0,40
Keszthely	október	29,92 ± 3,31	41,73 ± 3,84	7,71 ± 1,29	0,14 ± 0,08	5,01 ± 1,07
C) Ásványi talaj:						
Debrecen	október	54,99 ± 15,30	30,41 ± 3,35	14,10 ± 1,65	0,29 ± 0,03	0,40 ± 0,08
Kecel (okt.) + Keszthely (okt.)						
		26,27 ± 2,50	35,25 ± 2,65	8,24 ± 0,80	0,42 ± 0,24	3,35 ± 0,63
b) Állati takarmányozási „normál” mikroelementtar- talom Tölgyesi [4] szerint						
		80	40	10	0,1	0,1–2,0

kos időszakban és fejlődésük fiatalabb zsege stádiumában jelentősen vesznek fel tápelemeket, de fejlődésük későbbi, intenzív stádiumában a felvétel nem tart lépést a növény fejlődésével és az 1 gramm száraz anyagra vonatkoztatott nyomtápelem tartalom erősen csökken. Ennek a jelenségnek („regresszió”) vagy időjárási, vagy növényfejlődési okai lehetnek. Hasonló regresszió tapasztalható a Cr és V tartalomban, amelyek feltehetően nem nyomtápelemek, hanem inkább ballaszt elemeknek tekinthetők.

2. A nagyecsedű erősen „elkotusodott” volt lápterületeken bár a fejlődés folyamán a növény egyedekben a nyomtápelem regressziója szintén tapasztalható, de még az őszi időszakban is kielégítő a nyomtápelem ellátottság. Hiányról nem lehet beszélni. Ennek megértéséhez elegendő az a tény, hogy a nagyecsedű lápot még a múlt században szakszerűtlenül, túlzott nagy mértékben lecsapolták és a talajvíz szintje túl mélyre szállott és szabályozatlan maradt. Sok helyen felégetés, öngyulladás, de minden helyen önoxidáció lépett fel. Az elkotusodott tőzeg réteg vastagsága nagymértékben zsugorodott és a termelésre használt területeken jóval alatta van egy méternek, általában fél méter körüli. A szervesanyag nagymérvű eloxidálódása, kotusodása és a réteg zsugorodása azt eredményezte, hogy az ásványi anyag-tartalom és ezzel együtt a nyomtápelem-tartalom is sokszorosára feldúsult a visszamaradt kotus tőzegben. Az eredetileg igen nagy kationcserés megkötőképességű oldhatatlan huminsavak az oxidatív degradáció folytán részben alacsony molekulású és vízben oldható vegyületekké bomlanak le, amelyek komplex-képző hatásuk folytán fokozzák a nyomtápelemek mozgékonyosságát. A talajelemzés adatait mutató táblázatunkban igen jól látható ezen talajok rendkívül magas vas és mangán nyomtápelem tartalma. Az ioncserés megkötési kísérleteink a nagyecsedű elkotusodott láptalajon lényegesen kisebb visszatartási tényezőt (RF) mutattak, mint a keszthelyi vagy keceli ősláptalajokon, pl. mangánra az RF érték mintegy százszor kisebb. E vizsgálatainkból feltételezzük, hogy általá-



1. ábra

Kultúrnövények mikroelem ellátottsága 74 minta átlaga alapján a keceli és keszthelyi láptalajterületen, az állati takarmányozási „normál” ellátottsági szinthez (= 100%) viszonyítva [4] Függőleges tengely: Ellátottság %

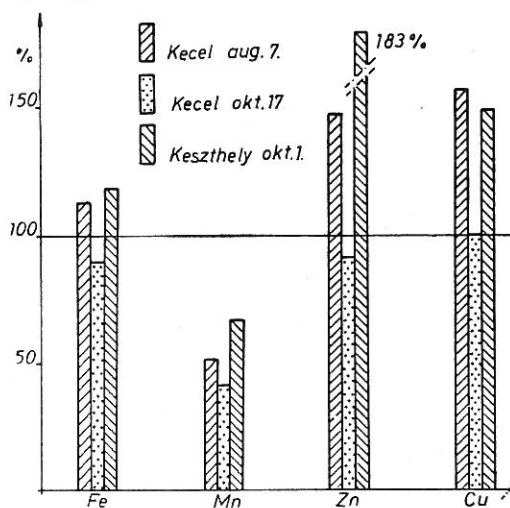
ban elkotusodott láptalajokon nem kell különösebben nyomtápelem éhezéstől tartani, ha csak az ásványi altalaj nem hiányos már eleve nyomtápelemekben. Mindenesetre elkotusodott lápon a huminsavak ioncsérés megkötő sajátsága már nem okoz szükségképpen nyomtápelem hiányt.

3. A *tőzeges lápterületeken*, amelyekben oxidatív degradáció (kotusodás) még nem lépett fel jelentős mértékben, úgy a kultúrnövényeknél, mint a vadnövényeknél egyaránt a fejlődési szezon előrehaladtával fokozódó *nyomtápelem hiány jelentkezik*, amelyik ősz felé mutatja a legnagyobb hiányértékeket. A legnagyobb mérvű hiány tapasztalható mangánban, ennél kevesebb rézben és itt-ott előfordul cinkben és vasban is.

4. Az eddigi szerzők megállapításaival összhangban *molibdénből mindenütt bőséges ellátottság tapasztalható*, lényegesen nagyobb, mint az ásványi talajon. Az ellátottság jóval nagyobb, mint az állatok takarmányszükséglete szempontjából szükséges mérték.

5. E vizsgálatainkban alkalmazott mintagyűjtés már eleve nem volt alkalmas és nem is irányult arra, hogy a mikroelemek hiányának a termés hozamra gyakorolt esetleges depresszív hatását megfigyelhessük. Feltételezhető, hogy a növények mikroelem tartalma még mindig elegendő volt a növények mennyiségi fejlődéséhez, mert a növényeken a hiánybetegségek ismeretes kórtüneteit nem tapasztaltuk.

5. Feltétlenül hiány volt azonban az állati takarmányozáshoz szükséges „normál” ellátottsági szinthez képest a rostos tőzeges lápterületeken: Keszthelyen és Kecelen. Az e területekről begyűjtött kultúr- és vadnövények a termelési szezon vége felé (októberben) az állati takarmányozási „normál” szinthez képest jelentős hiányt mutattak elsősorban mangánban és kisebb mértékben rézben is. E megállapításaink összhangban állnak az ioncsérés vizsgálatainkkal, valamint a keszthelyi növényházas termesztési kísérleteink eredményeivel [1, 2, 15]. Egy másik munkánkban [17] legalábbis az ott leírt eset-



2. ábra

Vadnövények mikroelem ellátottsága 73 minta középértéke alapján a keceli és keszthelyi láptalajterületen, 26 növényes család ásványi talajon észlelt átlagos mikroelem szintjéhez (= 100%) viszonyítva [4] Függőleges tengely: Ellátottság: %

ben bebizonyosodott, hogy egy enyingi lápterületen learatott silókukorica mangántartalma csak 1/8-a volt az állati takarmányozáshoz szükséges szintnek és az 1967 telen ugyanitt termett silótakarmányon tartott szarvasmarha állomány hirtelen leromlását ez okozhatta [11]. (LANDY főállatorvos tömeges nyelvháti fekélyesedést és actinomycosist tapasztalt, bár a silótakarmány bakteriológiai kifogástalannak bizonyult.)

7. Úgy látszik, hogy a növények számára a láptalajon a Mn a legnehezebben hozzáférhető, tehát a tőzeghumuszsavak ioncserés megkötő hatása elsősorban Mn hiányban jelentkezik. A Mn hiány feltűnően jelzi láptalajokon az esetlegesen általánosabb mikroelem hiányt. Nagyobb területekre kiterjedő tömeges, tájékozódó mikroelem hiány vizsgálatokat láptalajokon ezek szerint a könnyen kivitelezhető Mn analízissel célszerű kezdeni. Ahol kirívóbb Mn hiányt állapítunk meg, ott feltehetően Cu hiányra is számíthatunk. Tekintettel azonban a regresszióra, minden ilyen felmérő kutató mintavételt augusztus—szeptemberben célszerű végezni, mert a kora nyári hónapokban mikroelemekben hiány általában még nem jelentkezik.

Az 1. és 2. ábrákon bemutatjuk a megvizsgált lápterületek különböző időpontokban vett kultúrnövényeinek, illetve vadontermő növényeinek mikroelem ellátottságát. A kultúrnövények mikroelem ellátottságának „normál” szintjét (=100%) az állati takarmányozáshoz szükséges szinthez viszonyítottuk [19]. A vadontermő növények mikroelem ellátottságát pedig Tölgyesinek [19] viszonyítottuk. Az ábrákon a növények vas, mangán, cink és réz ellátottságát ábrázoltuk.

E helyen kell köszönetet mondanunk Dr. HALÁSZ TIBORNak, a Debreceni Agrártudományi Főiskola docensének, a növénytípusok begyűjtésével és meghatározásával kapcsolatos nagy értékű segítségéért. Köszönettel tartozunk továbbá Dr. TÖLGYESI GYÖRGY kandidátusnak, a munka előzetes áttekintése során adott értékes tanácsaiért és észrevételeiért.

Összefoglalás

Néhány magyarországi láptalajterületről és összehasonlításként egy ásványi (csernozjom) talajról begyűjtött sokféle (vad- és kultúr-) növényfajta Fe, Mn, Cu, Zn, Co, Mo, Cr, V és Mg tartalmát vizsgáltuk meg abból a célból, hogy a láptalajok tőzeghuminsav tartalmának a mikrotápelemek felvételére gyakorolt befolyásával kapcsolatban információkat nyerjünk. Korábbi ilyen jellegű vizsgálatainkkal összhangban megállapítottuk, hogy a tőzeges láptalajokon általánosan jelentkezik a növényzet mikroelem hiánya, elsősorban a mangánban, több esetben pedig a rézben is. Egyes esetekben cink hiányt is észleltünk. Ugyancsak általánosan jellemző a láptalaj területek flórájára a molibdén túlellátottság. A mikrotápelemek hiánya a vegetációs ciklus későbbi szakaszában különösen előtérbe lép. Ez a jelenség az ősszel begyűjtött takarmánynövények esetében különös veszélyt rejtethet magában a télen, egyoldalúan lápon termelt silótakarmányon tartott állatokra.

A mikroelem hiányt az eddigi laboratóriumi és növényházi kísérleteinkkel összhangban az okozza, hogy a tőzeges láptalajok oldhatatlan humuszsavai a kationokat ioncsere útján nagy visszatartási tényezővel (R. F.) képesek megkötni pH = 4–7 között.

A mikroelem hiány láptalajokon legfeltűnőbbben mangánban és a vegetációs ciklus vége felé jelentkezik, ezért nagy területek első átvizsgálását mikrotapelem ellátottság szempontjából őszi mintákon a mangántartalom analizisével célszerű kezdeni.

Irodalom

- [1] BELÁK, S. et al.: A mikroelemek felvételének tanulmányozása a keszthelyi rétlápon. I. Agrokémia és Talajtan. **18.** 263. 1969.
- [2] BELÁK, S. et al.: A mikroelemek felvételének tanulmányozása a keszthelyi rétlápon. II. Agrokémia és Talajtan. **19.** 27–38. 1970.
- [3] BARON H.: Gemeinsame Extraktion und chemische Bestimmung des leichtlöslichen Anteils der Mikronährstoffe, Bor, Eisen, Kobalt, Kupfer, Mangan, Molybdän und Zink im Boden. — Landw. Forsch. **7.** 82. 1955
- [4] GOLDSCHMIDT, V. M.: The Principles of Distribution of Chemical Elements in Minerals and Rocks. J. Chem. Soc. (London) Part I., 665. 1937.
- [5] GYÖRI, D.: A Mn, Cu, Zn, Co és Mo meghatározása talajokban és növényekben. Agrokémia és Talajtan **10.** 425. 1961.
- [6] GYÖRI, D.: A Mn, Cu, Zn, Mo, Co mikroelemek eloszlása és vegyületformái néhány talajtípusban. MTA Agrártud. Oszt. Közlem. **21.** 53. 1962.
- [7] GYÖRI, D.: The trace element conditions of some moor areas in Hungary. Acta Agron. Hung. **16.** 87. 1967.
- [8] GYÖRI, D. & TÖLGYESI, GY.: Vadontermő növények (*Trifolium repens*, *Gallium mollugo*, *Achillea millefolium*) mikroelemtartalmát befolyásoló tényezők vizsgálata. Agrokémia és Talajtan. **17.** 77. 1968.
- [9] KERESZTÉNY, B. & MARTON, M.: Sorozatvizsgálatokra alkalmas módszer a talaj könnyen oldható molibdén tartalmának meghatározására. Agrokémia és Talajtan **8.** 265. 1959.
- [10] KOCH, O. G. & KOCH—DEDIC, GA.: Handbuch der Spurenanalyse. Springer. Göttingen. 1964.
- [11] LANDY, L.: Egy actinomycosis-„járvány” tapasztalatai. Magyar Állatorvosok lapja. (11). 555–559. 1968.
- [12] PEJVE, J. V.: Szoderzsanie dosztupnüh rasztenijami form mikro-elementov v pocsvah SSSR. Izv AN. Latv. SSSR No. 6. 1958.
- [13] PIPER, C. S.: Soil and Plant Analysis. University of Adelaide. 1950.
- [14] SZALAY, S. & SZILÁGYI, M.: Nyomtápelemek szorpciója a tőzeghumuszsavakon és jelentősége a gyakorlati mezőgazdaságban. MTA Agrártudományi Közl. **27.** 109. 1968.
- [15] SZALAY, A. & SZILÁGYI, M.: Laboratory experiments on the retention of micronutrients by peat humic acids. Plant and Soil **29.** 219. 1968.
- [16] SZALAY, A. & SZILÁGYI, M.: Accumulation of Microelements in Plant Humic Acids and Coal. Kézirat. 1968.
- [17] SZALAY, S., SZILÁGYI, M. & SÁMSONI, Z.: Mikroelem hiányjelenségek az Enying környéki lápterületen. Agrokémia és Talajtan. **19.** 1–12. 1970.
- [18] TÖLGYESI, GY. Applicability of Newest Knowledge on the Microelement Content of Plants in Different Fields of Agricultural Sciences. Acta Agron. Hung. **13.** 287–301. 1965.
- [19] TÖLGYESI GY.: A növények mikroelem-tartalma és ennek mezőgazdasági vonatkozásai. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1969.
- [20] VINOGRADOV A. P.: The Geochemistry of Rare and Dispersed Chemical Elements in Soils. Consultants Bureau Inc. New York. 1959.

Érkezett: 1970. február 28.

Comparative Analyses of the Micronutrient Content of some Plants Grown in Hungarian Peat and Mineral Soils

A. SZALAY, Z. SÁMSONI and M. SZILÁGYI

Institute of Nuclear Research of the Hungarian Academy of Sciences, Debrecen

Summary

Fe, Mn, Cu, Zn, Co, Mo, Cr, V and Mg content of a large number of cultivated and wild grown plants were determined. The samples were collected on moor soils and for comparison on mineral chernozem (blackearth) soils. The purpose of the investigations was to get information concerning the influence of ion-exchange properties of peat humic acids upon the uptake of micronutrients. In accordance with earlier similar investigations of the authors, a micronutrient deficiency of plants was generally observed particularly in manganese but in many instances in Cu as well, on peat moor soils. In some cases some zinc deficiency was observed. An oversupply of the plants in molybdenum is characteristic for these peat soils. The micronutrient deficiency is hardly observable in the early (spring, early summer) period of vegetation cycle but is prominent in the later cycle of development, in the autumn. This phenomenon involves a particular danger for animals (e. g. cattle stock) when unilaterally fed in the course of winter, on fodder plants, cropped in autumn on peat soils and dried or siloed for winter. The danger of deficiency in manganese is particularly enhanced, even if the soil is richly supplied. (Analyses demonstrated a Mn. content between 10–40 ppm of the dry substance which is insufficient in comparison with about 80 ppm, advisable for animals.)

The microelement deficiency is caused, in accordance with earlier laboratory and greenhouse experiments of the authors, by the cation exchange retention of the elements by the insoluble humic acids of moor soils which demonstrate a high retention factor (RF) for them between $\text{pH} = 4-7$.

As the most remarkable deficiency on peat soils appears in manganese, in autumn, during the final stage of vegetation cycle of plants (after flowering), when exploring new territories it is advisable to collect plant samples in the late stage of vegetation cycle and to determine their manganese content first.

Fig. 1. Micronutrient content of cultivated plants, average of 74 samples from two peat soils, compared to the „normal” supply level (100%) of animal fodder. Sampling dates: 7 August; 1 October; 17 October.

Fig. 2. Micronutrient content of plants growing wild, average of 73 samples from two peat soils, compared to the average micronutrient content (regarded as 100%) of samples from 26 plant families collected on various mineral soils. Sampling dates: 7 August; 1 October; 17 October.

Table 1. Analyses of soil and water samples (total micronutrient content in ppm). (1) Areas: A) Peat soils. B) Mineral soil. C) Soil waters.

Table 2. Mobile micronutrient content of the soil in ppm and in the percentage of the total amount. For explanations see Table 1.

Table 3. Distribution ratios of microelements in peat soils and in their waters. (1) Areas. (2) Organic substance, %. T. M. = natural distribution = total micronutrient content in the soil divided by the total micronutrient content in the soil water (calculated in weight units). R. F. = retention factor = distribution quotient of the concentrations of microelements in ionic state in case of sorption equilibrium between the soil and the soil water (according to SZALAY and SZILÁGYI).

Table 4. Average values and scatterings of the micronutrient content (ppm) in total plant samples collected in 1968. (1) Soil types and areas: A) Highly decomposed peat soil. B) Peat soil. C) Mineral soil. (2) Date of sampling.

Table 5. Average values and scatterings of the Mn, Zn, Cu, Co and Mo content of plant samples collected from various areas. I. Wild grown plants. II. Cultivated plants. (1) Plants, soil types and areas: A) Highly decomposed peat soil. B) Peat soil. C) Mineral soil. a) Average micronutrient content of 26 plant families (according to TÖLGYESI); b) „Normal” micronutrient content required for animal forage (according to TÖLGYESI [4]).

Vergleichende Untersuchungen über den Mikronährstoffgehalt einiger, auf ungarischem Moor- und Mineralboden gewachsenen Pflanzen

A. SZALAY, Z. SÁMSONI and M. SZILÁGYI

Institut für Atomkernforschung der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Debrecen

Zusammenfassung

Es wurde der Fe, Mn, Cu, Zn, Co, Mo, Cr, V und Mg Gehalt einiger, auf Moorboden und, zum Vergleich, auf einem Mineralboden (Tschernosem) gewachsenen wilden und Kulturpflanzen bestimmt. Der Zweck der Untersuchungen war, den Einfluss des grossen Huminsäuregehaltes von Moorböden auf die Aufnahme von Mikroelementen zu studieren. Im Einklang mit unseren früheren Untersuchungen wurde in den Pflanzen von Torfreichen Moorböden eine Hinderung in der Aufnahme einiger Mikronährstoffe, besonders des Mangans, beobachtet. In vielen Pflanzenproben konnte auch Cu- und in einigen Fällen Zn-Mangel festgestellt werden. Dagegen ist auch eine Molybdän-Aufnahme durch die Pflanzen für diese Torfböden charakteristisch. Der Mangel an Mikronährstoffen zeigt sich kaum am Anfang der Vegetationsperiode, er tritt jedoch in der späteren Phase, im Herbst, besonders nach der Verblühung in den Vordergrund. Diese Erscheinung bedeutet eine Gefahr der Mangelkrankheit für Tiere, die im Winter einseitig mit im Herbst auf Moorboden geernteten Pflanzen (z. B. Silomais) gefüttert werden. Der Mangel an Mikronährstoffen wird dadurch verursacht, dass die unlöslichen Huminsäuren des Moorbodens die Kationen — durch Ionenaustausch — zwischen $\text{pH} = 4-7$, sehr stark zurückhalten.

Bei der Untersuchung von Mangelerscheinungen an Torfböden ist es angezeigt, die im späten Sommer bereits verblühten Pflanzenproben zu sammeln und zuerst den Mangelgehalt zu bestimmen, da die grössten Aufnahmeschwierigkeiten am öftesten bei diesem Nährstoff auftreten.

Abb. 1. Mikronährstoffgehalt von Kulturpflanzen. Mittelwert von 74 Proben, gesammelt an zwei Mooregebieten und verglichen mit dem normalen notwendigen Gehalt (100%) von Tierfutter. Probenahme: 7. August; 1. Oktober; 17. Oktober.

Abb. 2. Mikronährstoffgehalt von wildwachsenden Pflanzen. Mittelwert von 73 Proben, gesammelt an zwei Mooregebieten und verglichen mit dem Mittelwert (als 100% betrachtet) von 26 Pflanzen-Familien von verschiedenen Mineralböden. Probenahme: 7. August; 1. Oktober; 17. Oktober.

Tab. 1. Analytische Ergebnisse von Boden- und Wasserproben (Gesamtgehalt an Mikronährstoffen in ppm). (1) Ort der Probenahme: A) Moorböden. B) Mineralboden. C) Grundwasser.

Tab. 2. Mobiler Mikronährstoffgehalt der Böden in ppm und im Prozent des Gesamtgehaltes. Bezeichnungen s. Tab. 1.

Tab. 3. Verteilungsverhältnisse der Mikroelemente in Moorböden und in den Wässern derselben. (1) Ort. (2) Org. Substanz, %. T. M. = natürliche Verteilung = Gesamtgehalt des Bodens dividiert mit dem Gesamtgehalt des Wassers (in Gewichtseinheiten gerechnet). R. F. = retention factor = Verteilungsquotient der Konzentrationen von Mikroelementen in ionisiertem Zustand, im Falle einer Sorptionsbilanz zwischen Boden und Grundwasser (nach SZALAY und SZILÁGYI).

Tab. 4. Durchschnittswerte und Streuungen der Mikronährstoffgehalte (ppm) von den in 1968 gesammelten gesamten Pflanzenproben. (1) Bodentyp und Ort: A) Vertorfter Moorboden. B) Moorboden. C) Mineralboden. (2) Zeitpunkt der Probenahmen.

Tab. 5. Durchschnittswerte und Streuungen des Mn, Zn, Cu, Co und Mo Gehaltes von in verschiedenen Gebieten gesammelten Wild- (I) und Kulturpflanzen (II). (1) Pflanzen, Bodentyp und Ort: A) Vertorfter Moorboden. B) Moorboden. C) Mineralboden. a) Durchschnittlicher Mikroelementengehalt von 26 Pflanzen-Familien (nach TÖLGYESI); b) „Normaler“ Mikroelementengehalt von Tierfutter (nach TÖLGYESI [4]).

Сравнительные исследования содержания микроэлементов во флоре некоторых заболоченных территорий и минеральных почв Венгрии

Ш. САЛАИ, З. ШАМШОНИ и М. СИЛАДИ

Институт Ядерных Исследований Академии Наук Венгрии, г. Дебрецен

Резюме

Исследовалось содержание микроэлементов Fe, Mn, Zn, Co, Mo, Cr, V, Mg в разных видах культурных и полевых растений, собранных на венгерских торфяниках и черноземах, с целью изучения влияния гуминовых кислот на усвоение микроэлементов. Предшествующие исследования показали, что у растений на торфяно-болотных почвах отмечается недостаток микроэлементов (особенно марганца и часто меди). Недостаток цинка наблюдается реже. Характерным является избыток молибдена в растениях на болотных почвах. В первом периоде вегетации недостаток микроэлементов не обнаруживается, но в последнем этапе становится существенным. Это отрицательно сказывается при одностороннем кормлении скота силосом, из растений скошенных на болотах осенью.

Недостаток микроэлементов по данным наших лабораторных и вегетационных опытов можно объяснить поглощением катионов в ионно-обменном процессе нерастворимыми гуминовыми кислотами торфяно-болотных почв. Особенно высокий фактор связывания (R. F.) наблюдается при pH = 4—7.

Недостаток микроэлементов на болотных почвах проявляется прежде всего в недостатке марганца в конце вегетационного периода, поэтому целесообразнее начинать определение содержания микроэлементов с определения содержания марганца в образцах, собранных осенью.

Рис. 1. Запас микроэлементов в культурных растениях на торфяно-болотных почвах в процентах от «нормального» уровня содержания, необходимого при кормлении скота. (Обозначения: сбор растений около города Кестхей и Кецел 7-го августа, 1 октября и 17 октября).

Рис. 2. Запас микроэлементов в полевых растениях с торфяно-болотных почв в процентах от среднего количества микроэлементов 26-и семейств растений. (Обозначения: сбор растений около города Кестхей и Кецел 7-го августа, 1-го октября и 17 октября).

Табл. 1. Обобщение данных химического анализа почвы и воды (общее содержание микроэлементов в мг/кг). (1) Место взятия образцов почвы и воды (общее содержание микроэлементов в мг/кг). (1) Место взятия образцов почвы и воды (общее содержание микроэлементов в мг/кг). (1) Место взятия образцов почвы и воды (общее содержание микроэлементов в мг/кг). (1) Место взятия образцов почвы и воды (общее содержание микроэлементов в мг/кг).

Табл. 2. Содержание подвижных микроэлементов в почве в мг/кг и в процентах от общего содержания микроэлементов. Обозначения смотри в таблице № 1.

Табл. 3. Распределение микроэлементов между болотной почвой и болотными водами. (1) Территория. Т. М. = природное распределение = валовое содержание микроэлементов в весовой единицы почвы разделенное на валовое содержание микроэлементов в весовой единицы воды. Фактор R. F. = частное распределение концентрации микроэлементов, находящихся в ионной форме в условиях сорбционного равновесия между почвой и почвенной водой по Салаи — Силади.

Табл. 4. Средние величины и рассеивание содержания микроэлементов в растениях, собранных в 1968 году (в мг/кг). (1) Тип почвы и территория: А) Торфянисто-болотная почва; В) Болотная почва; С) Минеральная почва. (2) Время сбора образцов.

Табл. 5. Средние величины и рассеивание содержания Mn, Zn, Cu, Co, Mo в полевых и культурных растениях, собранных с различных территорий. (1) I. Полевые растения. II. Культурные растения. (1) Исследованные растения, почвы и территории: А) Торфянисто-болотная почва. В) Болотная почва. С) Минеральная почва. а) Среднее содержание микроэлементов в 26 растительных семействах, по Тельдеш. б) «Нормальное» содержание микроэлементов с точки зрения кормления, по Тельдеш [4].